

УДК 332.135:355.61

## СТРУКТУРИЗАЦІЯ ЄДИНОЇ СИСТЕМИ РЕСУРСНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СИЛОВИХ СТРУКТУР НА ОСНОВІ КЛАСТЕРНОГО АНАЛІЗУ

*Сисоєв В.В., кандидат технічних наук, доцент*

**Постановка проблеми.** Сучасний етап розвитку систем ресурсного забезпечення (СРЗ) силових структур (СС) характеризується пошуком дієвих форм, методів і механізмів управління в умовах трансформації економічного комплексу та воєнної організації держави. Відомчі, ієрархічні та централізовані структури існуючих СРЗ виявилися малоефективними в умовах становлення ринкових відносин та реформування військових формувань і правоохоронних органів (конкуренція на ринках закупівель товарів і послуг, великі логістичні витрати на забезпечення малих за чисельністю особового складу структурних підрозділів (СП) різних СС, дислокованих на невеликих відстанях між собою, різний рівень організації та оснащення транспортно-складських господарств СП різних СС, тісна взаємодія СП різних СС при виконанні службово-бойових завдань тощо), а отже створення єдиної СРЗ СС є проблемою державного значення.

Аналіз сучасних тенденцій розвитку національної економіки і реформування СС дозволяє виділити спільні напрямки, серед яких ключовими є інтеграція та регіоналізація. Інтегрування СРЗ різних СС в єдину систему має очевидні переваги як в мирний час, так і особливо, в, так звані, особливі періоди, що виникають в наслідок природних та техногенних катастроф, масових заворушень на ґрунті міжнаціональних, релігійних, соціально-політичних конфліктів у суспільстві, військових конфліктів з іншими державами тощо [1]. Проте, таке об'єднання вимагає принципово нових підходів до структуризації єдиної СРЗ, найбільш ефективним серед яких є структуризація за територіальним принципом, в основі якої лежить саме регіоналізація, як метод структурних перетворень.

Сучасна ідеологія регіоналізації полягає в поєднанні галузевого і регіонального аспектів управління суб'єктами господарської діяльності, розташованих на певній території та тісно взаємодіючих між собою, не втрачаючи при цьому самостійності. Створення регіональних економічних комплексів дозволяє найбільш повно враховувати й використовувати місцеву сировинну, паливно-енергетичну і будівельну бази, виробничу і обслуговуючу інфраструктуру, об'єднати їх з метою отримання синергетичного ефекту від спільної діяльності, тісної взаємодії та взаємодоповнюваності.

Таким чином, постає проблема структуризації єдиної СРЗ СС, розв'язання якої потребує врахування різноманітних чинників, що характеризують як специфіку структурної організації СС, так і особливості ресурсного забезпечення їх СП в умовах ринкової економіки.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Регіональний аспект є одним із пріоритетних напрямків розвитку в різних сферах діяльності держави: соціальній, економічній, енергетичній, оборонній тощо [2,3]. Існуючі підходи до структуризації СРЗ СС за територіальним принципом, зокрема в Росії, направлені на максимальне використання існуючої інфраструктури СРЗ різних СС, однак не носять оптимізаційного характеру, що не дає суттєвого економічного ефекту від створення регіональних СРЗ [1,4].

Дослідження регіональних систем здійснюються із застосуванням різних підходів до диференціації та ідентифікації територіальних утворень, найбільш ефективним серед яких виявився кластерний аналіз – сукупність методів класифікації багатовимірних спостережень, особливістю якого є об'єднання окремих елементів у єдине ціле для виконання певної функції чи реалізації певної мети [5].

Усі відомі застосування кластерного аналізу можна звести до основних чотирьох завдань: розробка типології та класифікації; дослідження концептуальних схем групування об'єктів; породження гіпотез на основі дослідження даних; перевірка гіпотез або дослідження щодо встановлення присутності груп, що виділені тим чи іншим способом, в отриманих даних [6]. Саме кластерний аналіз став ефективною організаційною формою системної інтеграції суміжних галузей і інституцій за географічною ознакою з метою об'єднання зусиль у певній сфері діяльності для отримання більшого (синергетичного) ефекту: отримання конкурентних переваг, активізації економічного та інноваційного розвитку.

Математичний апарат і алгоритм реалізації кластерного аналізу докладно розглянуто в роботах [6,7]. Існуючі методи кластеризації утворюють сім основних груп: ієрархічні агломеративні

методи, ієрархічні дивізивні методи, ітеративні методи групування, факторні методи, методи згущень, методи пошуку модальних значень щільності та методи, що використовують теорію графів. За допомогою кластерного аналізу досліджують регіональні ринки, порівнюють регіони за показниками соціо-еколого-економічного розвитку, проектують структури регіональних економічних систем, розв'язують багато інших задач щодо формування різних регіональних утворень [8-11].

Разом з тим, усі опубліковані результати застосування кластеризації направлені на дослідження галузево-територіальних соціально-економічних комплексів, що не дозволяє безпосередньо їх використовувати для формування регіональних об'єднань СРЗ СС, які мають інші цілі, специфічні структуру та характер функціонування, а отже потребують урахування.

**Ціль статті.** Метою статті є розробка методичного підходу до структуризації єдиної СРЗ СС за територіальним принципом на основі використання кластерного аналізу.

**Основний матеріал дослідження з повним обґрунтуванням отриманих наукових результатів.** Побудова єдиної СРЗ усіх СС за територіальним принципом має на меті формування регіональних СРЗ. До головних переваг такої структуризації слід віднести:

- поєднання централізованого і децентралізованого управління ресурсним забезпеченням, що дозволить ефективно використовувати можливості господарювання в ринкових умовах;

- покращення можливостей для розробки єдиної стратегії органів управління різних СС щодо ресурсного забезпечення своїх СП, дислокованих в одному регіоні;

- більш раціональне використання регіональної та місцевої економічної і ресурсної баз, існуючої інфраструктури ресурсного забезпечення (в першу чергу, складської) різних СС;

- налагодження тісних довгострокових партнерських взаємовідносин з регіональними і місцевими постачальниками, що призведе не тільки до зменшення логістичних витрат, а і до використання різних взаємовигідних форм і способів закупівель, зберігання, транспортування, надання інших послуг, проведення розрахунків тощо;

- аккумуляцію всіх ресурсів СП СС, що дислокуються в регіоні, гнучке маневрування і ефективне використання їх відповідно до оперативно-тилової обстановки в регіоні;

- створення регіональних структур надання різноманітних послуг для СП СС: побутового обслуговування, транспортних, медичних, складських, квартирно-експлуатаційних тощо;

- створення регіональних банків даних, що концентрують інформацію щодо характеристик товарів і послуг, їх постачальників, умов постачання і розрахунків і т.д.

Все це робить регіональні СРЗ СС активними учасниками регіональних інтеграційних процесів, що зараз стрімко розвиваються в Україні та зумовлюють значний внесок в синергетичний ефект функціонування як економічного комплексу, так і сектору національної безпеки та оборони держави.

Особливістю регіональних СРЗ СС є:

- наявність постійного кола споживачів продукції – СП, дислокованих в даному регіоні, стабільність і визначеність їх потреб в МР і послугах;

- відносна стабільність числа постачальників певних видів продукції – виробників і посередників, що зумовлено конкуренцією на ринку закупівель;

- урахування належності кожного СП до певного оперативно-територіального формування СС, специфіка службово-бойових завдань яких зумовлює деякі особливості їх ресурсного забезпечення.

В той же час, чітка визначеність завдань самого ресурсного забезпечення СС, дозволяє запропонувати однаковий уніфікований склад елементів регіональних СРЗ, а саме:

- регіональний центр управління ресурсним забезпеченням (РЦУРЗ), який здійснює функції планування, організації, координації та контролю процесів постачання матеріальних ресурсів (МР), у тому числі перевірки їх якості, до усіх СП СС, що дислоковані на території регіону;

- регіональна транспортно-складська система, що включає сукупність спеціалізованих стаціонарних складів, баз накопичення й довгострокового зберігання військових і оперативних запасів різноманітних МР (речового майна, продовольства, пально-мастильних матеріалів, медичних препаратів, обладнання, техніки, озброєння, боєприпасів і т.д.), а також парк транспортних засобів, що використовуються для перевезення МР;

- локальні складські системи СП СС, які також включають всю сукупність спеціалізованих складів і сховищ, призначених для тимчасового зберігання поточних запасів МР та середньострокового зберігання військових запасів визначених типів МР для забезпечення службово-бойової діяльності за надзвичайних обставин.

Для зберігання визначених оперативних запасів та стратегічних запасів використовуються транспортно-складські системи центрального підпорядкування (стаціонарні арсенали, бази і склади), а також бази Держкомрезерву, які можуть бути розташовані у будь-якому регіоні країни.

Структуризація єдиної СРЗ має ураховувати цілу сукупність факторів, що характеризують як організаційні структури СС (місця дислокації СП, їх підпорядкованість, важливість завдань, що виконуються, чисельність і т.д.), так і організацію їх ресурсного забезпечення (інфраструктура СРЗ, форми постачання, характеристики постачальників і складів і т.д.). Найбільш суттєво на вибір методів кластеризації впливає застосування централізованого чи децентралізованого підходів до організації ресурсного забезпечення СП СС.

Централізованому підходу характерна складська форма постачання, яка ґрунтується на використанні складів як проміжних ланок накопичення і зберігання МР, коли поточні потреби СП в ресурсах менші ніж обсяги їх закупівель. Як правило, така форма постачання застосовується при централізованих і регіональних закупівлях продукції у великих обсягах, що зумовлює створення як централізованих, так і регіональних складів різних типів. В Україні існує інфраструктура складів і баз зберігання, що входять до складу СРЗ різних СС, найбільші з яких можуть бути використані як регіональні склади, навколо яких і можуть групуватися СП. Однак, ця інфраструктура створювалася для забезпечення військових формувань і правоохоронних органів адміністративно-командної системи з плановою економікою, тому не в повній мірі відповідає сучасній організаційній структурі воєнної організації України та не враховує особливості господарських зв'язків в умовах ринкової економіки, до того ж існуючі склади і бази є технічно та технологічно застарілими. Таким чином, використання існуючих складів і баз зберігання є достатньою, але не необхідною умовою створення регіональних СРЗ, що дає можливість структурувати єдину СРЗ з урахуванням інших важливих факторів з подальшим визначенням місць розташування нових регіональних складів.

Децентралізований підхід використовує транзитну форму постачання, при якій постачальники здійснюють поставки МР безпосередньо СП СС, що характерно для продукції, яка закуповується в невеликих обсягах у регіональних і місцевих виробників чи торговельних посередників, що дозволяє не тільки значно скоротити час і витрати на її доставку, а і налагодити взаємовигідні партнерські відносини між постачальниками і споживачами.

Ці два підходи до організації ресурсного забезпечення СП СС відповідають двом головним напрямкам кластеризації:

централізований – методам кластерного аналізу, що розчленовують групи на окремі об'єкти;

децентралізований – методам кластеризації, процедура яких дозволяє послідовно об'єднати об'єкти в умовно-оптимальне число кластерів.

Відомо, що результати кластеризації, отримані при використанні різних методів, можуть мати суттєві відмінності. Тому комплексне застосування різних методів дозволяє забезпечити не тільки оптимальність структуризації, а і достовірність отриманих результатів. Слід зазначити, що при всіх відмінностях методів кластерного аналізу, методично вони ґрунтуються на одній передумові – гіпотезі компактності, що зумовлює використання в якості міри подібності показника відстані.

Виходячи з головної мети функціонування СРЗ щодо повного і надійного забезпечення необхідними МР СП, задача структуризації єдиної СРЗ СС полягає в розбивці множини СП, яким надається наскрізна нумерація незалежно від належності до тієї чи іншої СС,  $Z = \{z_n\}$ ,  $n = \overline{1, N}$ , де  $N$  – загальна кількість СП усіх СС, на підмножини:  $S_1, \dots, S_K$ , що не перетинаються ( $S_i \cap S_j = \emptyset, i \neq j$ ), так, щоб в одній підмножині – кластері – знаходилися подібні об'єкти і виконувався деякий критерій якості розбивки.

Реалізація ресурсного забезпечення СП в сучасних умовах має економічний характер, що зумовлює вибір витратної форми критерію кластеризації. Виходячи з логістичного характеру процесу постачання головним критерієм кластеризації єдиної СРЗ СС є мінімізація сукупних логістичних витрат на організацію ресурсного забезпечення СП. При розв'язанні поставленої задачі структуризації слід ураховувати тільки ті види логістичних витрат, що залежать від кількості кластерів, а саме: транспортні витрати на доставку МР від постачальників до регіональних складів, від центральних складів до регіональних складів, від регіональних складів до СП, а також витрати на утримання регіональних транспортно-складських систем.

Розглянемо вихідні дані для побудови критерія кластеризації:

$I$  – кількість постачальників МР;

$R$  – кількість кластерів (регіональних СРЗ);

$K$  – кількість центральних транспортно-складських систем;

$H_r, r = \overline{1, R}$  – кількість регіональних транспортно-складських систем  $r$ -го кластеру;

$N_r, r = \overline{1, R}$  – кількість СП СС, дислокованих в  $r$ -му кластері.

За умови заданих на певному інтервалі часу (виходячи з періоду планування потреб – рік) обсягів замовлень на різні види МР при постійній кількості постачальників продукції, складів центрального підпорядкування, СП з їх транспортно-складським господарством, а також заданих місць їх географічного розташування, критерій кластеризації матиме такий вигляд:

$$C^{\Sigma} = \sum_{r=1}^R \sum_{h=1}^{H_r} C_{rh}^C + \sum_{r=1}^R C_r^T + \sum_{i=1}^I \sum_{r=1}^R \sum_{h=1}^{H_r} C_{irh}^{\Pi} + \sum_{k=1}^K \sum_{r=1}^R \sum_{h=1}^{H_r} C_{krh}^{\Pi} + \sum_{r=1}^R \sum_{h=1}^{H_r} \sum_{n=1}^{N_r} C_{rhn}^P, \quad (1)$$

де  $C_{rh}^C, r = \overline{1, R}, h = \overline{1, H_r}$  – витрати на утримання  $h$ -го складу  $r$ -го кластеру;

$C_r^T, r = \overline{1, R}$  – витрати на утримання парку транспортних засобів  $r$ -го кластеру;

$C_{irh}^{\Pi}, i = \overline{1, I}, r = \overline{1, R}, h = \overline{1, H_r}$  – транспортні витрати на доставку МР від  $i$ -го постачальника до  $h$ -го складу  $r$ -го кластеру;

$C_{krh}^{\Pi}, k = \overline{1, K}, r = \overline{1, R}, h = \overline{1, H_r}$  – транспортні витрати на доставку МР від  $k$ -го складу центрального підпорядкування до  $h$ -го складу  $r$ -го кластеру;

$C_{rhn}^P, r = \overline{1, R}, h = \overline{1, H_r}, n = \overline{1, N_r}$  – транспортні витрати на доставку МР від  $h$ -го складу  $r$ -го кластеру до  $n$ -го СП, дислокованого у цьому ж кластері.

Сутність методичного підходу до структуризації єдиної СРЗ СС полягає в пошуку найкращого варіанту групування СП, тобто оптимальної кількості регіональних систем, орієнтуючись на заданий критерій кластеризації. Алгоритм структуризації представлено на рис.1.

Первісна кількість кластерів визначається або за допомогою проведення ієрархічного аналізу з відібраною вибіркою спостережень (за величиною відстані між СП) або задається експертно ( $x:=R$ ).

Для проведення ієрархічної кластеризації задається симетрична матриця відстаней  $D$  між усіма СП:

$$D = \begin{bmatrix} 0 & d_{12} & \cdots & d_{1N} \\ d_{21} & 0 & \cdots & d_{2N} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ d_{N1} & d_{N2} & \cdots & 0 \end{bmatrix}.$$

Суть ієрархічної кластеризації полягає в групуванні в пари найбільш близьких об'єктів до тих пір, поки всі вони не об'єднуються в один загальний кластер. На кожному кроці процедури об'єднання здійснюється перерахунок тільки однієї строчки і одного стовпчика матриці  $D$ , тобто розраховується відстань від створеного кластера до кожного з кластерів, що залишилися. Компоненти матриці  $D$  можуть бути розраховані з використанням будь-яких метрик відстані (евклідової відстані, квадрату евклідової відстані, манхетенської відстані, відстані Чебишева та ін.), що не має значення для отримання кінцевого результату структуризації. Для визначення відстані між довільною парою кластерів можуть бути застосовані такі алгоритми (процедури) кластеризації: максимальної локальної відстані, попарного арифметичного середнього, центроїдного методу, методу Уорда. В результаті застосування ієрархічної кластеризації будуються дендрограми, «розрізання» яких по шкалі відстані “ $d$ ” і дозволяє вибрати необхідну первісну кількість кластерів.

При експертному виборі пропонується задати первісну кількість кластерів  $R=25$  відповідно до кількості основних адміністративно-територіальних одиниць України, що зумовлено організаційно-структурним поділом таких СС як МВС, МНС, СБУ, а також системи державних мобілізаційних резервів, по областях. При цьому до кластеру попадають усі СП, об'єкти СРЗ (склади, бази, парки) і постачальники МР, що знаходяться на території даної області.

Центр кластеру визначається методом автоматичного пошуку, як середнє геометричне місце точок розташування СП даного кластеру у просторі, що дозволяє урахувати важливість різних СП через задання відповідних кофіцієнтів, які відбивають чисельність чи важливість службово-бойових завдань, що виконуються.

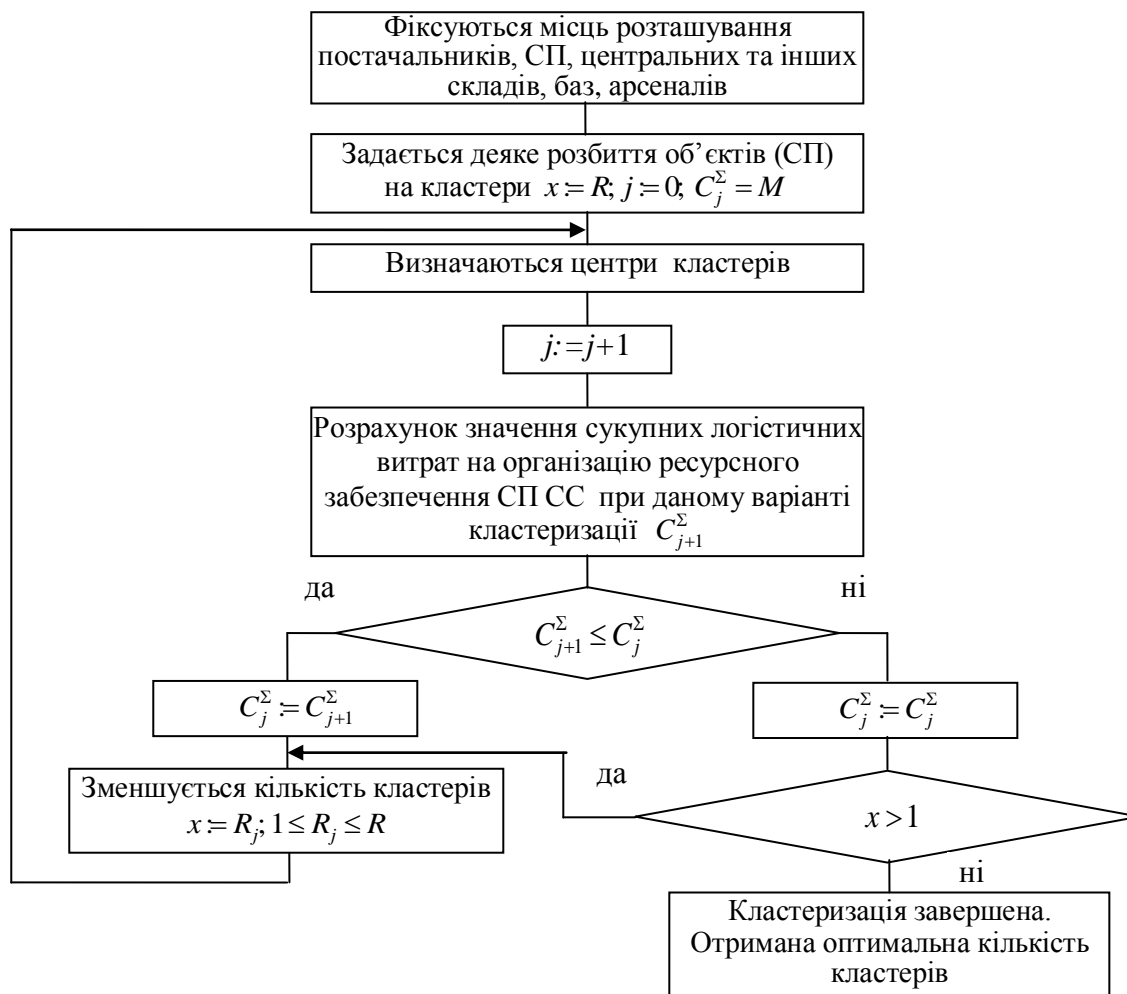


Рис. 1. Узагальнений алгоритм структуризації єдиної СРЗ СС з використанням кластерного аналізу

Змінення кількості кластерів здійснюється шляхом визначення за допомогою дендрограм за наступним значенням показника відстані відповідної кількості кластерів або через об'єднання сусідніх кластерів в пари. Після кожного зменшення кількості кластерів визначаються центри нових кластерів та розраховуються значення критерію кластеризації за формулою (1). Отримане в результаті кожної наступної  $(j+1)$ -тої ітерації значення сукупних логістичних витрат  $C_{j+1}^\Sigma$  порівнюється з найменшим значенням  $C_j^\Sigma$ , яке було отримано в результаті попередніх ітерацій і зафіксовано як база для порівняння. При першій ітерації порівняння здійснюється з довільно заданим великим числом  $M$ . Змінення кількості кластерів продовжується доки не завершиться повний цикл кластеризації, тобто буде отримано один загальний кластер, після чого вибирається оптимальна кількість кластерів, яка відповідає найменшому значенню критерію кластеризації, що визначає найкращий варіант структурування єдиної СРЗ.

Графічна інтерпретація залежності різних видів логістичних витрат на організацію ресурсного забезпечення СП СС від кількості кластерів показана на рис. 2.

Якщо зростання витрат на утримання складів і парків транспортних засобів із збільшенням кількості кластерів зрозуміле, то криві, що відображають зміни транспортних витрат потребують пояснення. Так, зростання транспортних витрат на доставку МР від складів центрального підпорядкування до регіональних складів пояснюється збільшенням кількості ходок при маятникових перевезеннях і протяжності маршрутів при кільцевих перевезеннях. Ця ж причина зумовлює зростання транспортних витрат на доставку МР від центральних постачальників до регіональних складів, однак, ураховуючи активну тенденцію збільшення питомої ваги поставок від постачальників регіонального рівня за більшістю номенклатури МР, в цілому ці транспортні витрати зменшуються із збільшенням кількості кластерів. Також зменшуються і транспортні витрати на доставку МР від

регіональних складів до СП, дислокованих у цьому ж регіоні у зв'язку із зменшенням величини кластерів, а отже зменшенням протяжності маршрутів перевезень. Таким чином, крива сукупних логістичних витрат на організацію ресурсного забезпечення СП СС має зогнуту форму, нижня точка якої і вказує на оптимальну кількість кластерів (регіональних СРЗ) в єдиній СРЗ усіх СС.

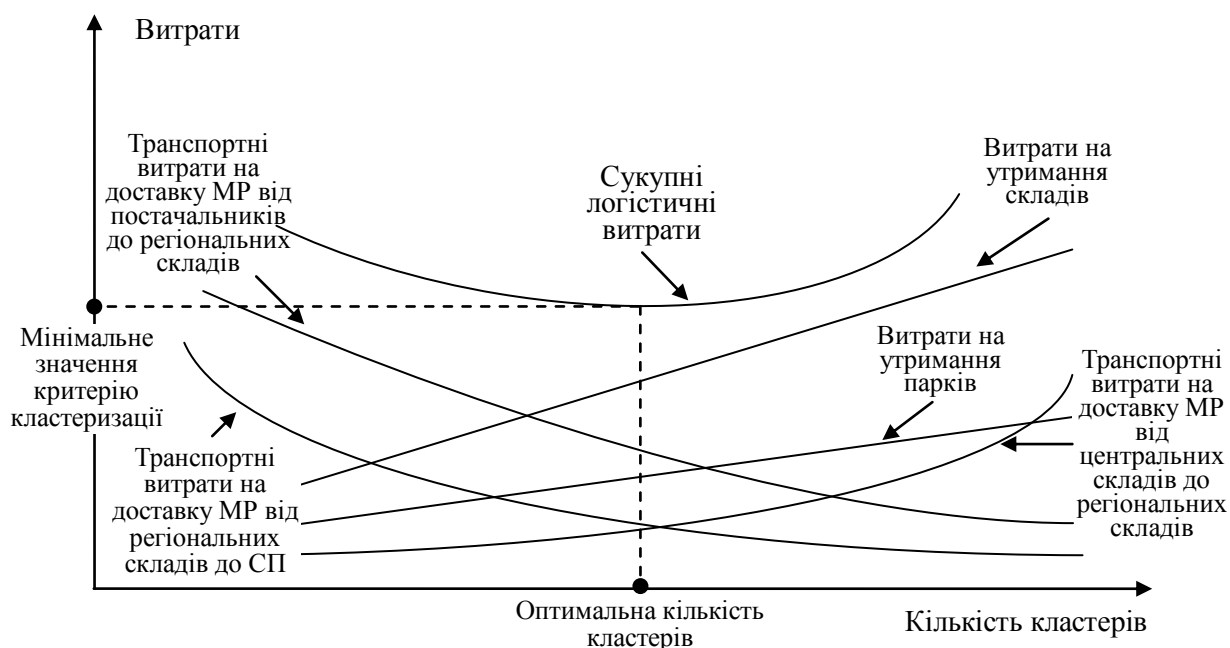


Рис. 2. Графічна інтерпретація залежності логістичних витрат від кількості кластерів

**Висновки і перспективи подальших досліджень.** Структуризація єдиної СРЗ дає змогу оптимально використовувати переваги економічної регіоналізації та інтеграції ресурсного потенціалу різних СС, удосконалити організаційну структуру управління ресурсним забезпеченням СС, що входять до складу воєнної організації держави. Створення регіональних СРЗ не тільки надасть їм більшу самостійність, а і дозволить більш раціонально використовувати місцеву економічну базу, об'єднати зусилля різних служб СРЗ різних СС, акумулювати усі наявні ресурси СП, що дислокуються в регіоні, виробити єдину стратегію постачання, гнучко маневрувати ресурсами і ефективно використовувати їх відповідно до оперативно-тилової обстановки в регіоні, що значно підвищить оперативність і стійкість функціонування СРЗ в цілому.

Запропонований методичний підхід на основі використання кластерного аналізу дозволив розробити узагальнений алгоритм структуризації єдиної СРЗ СС, в результаті роботи якого можна визначити оптимальну кількість територіальних утворень цієї системи за критерієм мінімальних сукупних логістичних витрат на організацію ресурсного забезпечення СС з урахуванням важливості СП.

Подальші дослідження даної проблеми доцільно направити на розробку детальної кластерної моделі структуризації єдиної СРЗ СС, яка б ураховувала головну витратну складову ресурсного забезпечення - інфраструктуру транспортно-складського господарства СРЗ.

### Література

1. Романов А.А. К вопросу о единой системе военно-экономического обеспечения силовых структур // Военно-экономический вестник. 2004. - № 9. - С. 6-13, № 10. - С. 6-15.
2. Максимова Т.С. Регіональний розвиток (аналіз і прогнозування). Монографія. – Луганськ: Вид-во СНУ ім. В. Даля, 2003. – 304 с.
3. Ларіна Р.Р. Регіональні логістичні системи (формування, управління та стратегія розвитку) / НАН України. Інститут економіко-правових досліджень. – Донецьк: Изд. „ВИК”, 2004. – 372 с.
4. Бабенков В.И., Переведенцев А.А. К вопросу о повышении эффективности тылового обеспечения // Военная мысль. – 2004. - № 8. – С. 41–43.
5. Портер М. Конкуренция: Пер. с англ.: Учеб. пособ. – М.: Издательский дом „Вильямс”, 2001. – 495 с.

6. Дюран Б., Оделл П. Кластерный анализ. – М.: Статистика, 1997. – 128 с.
7. Гитис П.Х. Статистическая классификация и кластерный анализ. – М.: Издательство Московского государственного горного университета, 2003. – 157 с.
8. Волосюк М.В. Роль кластерів у промислово-інноваційному розвитку регіонів // Економіка: проблеми теорії і практики: Зб. наук. праць. – Дніпропетровськ: ДНУ, 2006. – № 213. Том IV. – С. 1255–1263.
9. Таранич А.В. Стратегія розвитку та регіональної структури кластерних утворень в економіці України // Вісник Донецького університету, серія: Економіка і право. – Донецьк: ДонНУ, 2006. – Спецвипуск, т. 1. – С. 341–345.
10. Осоченко І.В. Кластери як форма активізації розвитку інфраструктури регіональних ринків України // Науковий вісник Полтавського університету споживчої кооперації, серія: “Економічні науки”. – Полтава: ПУСК, 2006. – № 1 (18). – С. 24- 26.
11. Чевганова В., Брижань І. Кластери та їх економічне значення // Економіка України. – 2002. - № 11. - С. 35-41.